

水稻移植操作の省力化に関する研究 II

横植栽培水稻の窒素追肥時期と収量との関係

梅景 修*・武山 春雄**・渡部 忠世**

OSAMU UMEKAGE, HARUO TAKEYAMA & TADAYO WATABE: Studies on the simplification of transplanting method of rice plants II. The relation between dressing stages and yield of rice plants transplanted horizontally.

摘要 先に、横植栽培をした水稻の生育相はいわゆる後期凋落の傾向を示すこと、そしてこの後期生育の衰退を防ぐには、施肥量・施肥時期などについての考慮が必要なことを報告した。本報では、横植栽培水稻の施肥について、主として窒素の追肥時期と収量との関係を構成要因別に分析し、追肥による収量増加の可能性を検討した。主な結果は次のとおりである。

- 1) 穂首分化期ごろ（出穂前33日）の追肥は、登熟歩合の減少をきたし収量はあまり多くない。
- 2) 減数分裂開始期直前ごろ（出穂前18日）に追肥をすると、登熟歩合の低下が目立ち、収量は最も低下する。
- 3) 出穂直後（出穂後2日）に追肥をした場合は、最も高い収量を示すが、これは登熟歩合の向上にもとづく。
- 4) 一般的に横植栽培では、出穂直後の追肥は登熟歩合を著しく高め収量増加に効果的である。

I 緒 論

筆者らは農作業の単純化に関連して、移植作業の際に苗を直立させることの生育上の意義を明らかにするため、地表面に苗を横たえるだけの場合と、従来のように苗を直立させた場合とを比較して、検討を進めてきた。そして前報¹⁾では、苗を横たえた場合の水稻の生育相は概して後期凋落の様相を示すこと、収量構成要因からみれば、穂数は多いが登熟歩合が低下することを報告し、従来の栽培とは異なる生育相をみせる横植栽培では、施肥量・追肥時期などについて従来とは異なる考慮が必要であると指摘した。

木根淵²⁾は、稚苗苗まき栽培において10aあたり収量が従来の手植えと大差がなかったのは、一般的栽培法と同じ施肥条件であったためとして、稚苗定植という新しい稲作法には、それに適応する肥培管理技術の新しい展開が必要なことを説き、また杉本³⁾は、同じく苗まき栽培の施肥法に関する各地の成績を通じ、その施肥法や追肥適期については地力・作期に応じてな

お検討を要すると述べ、筆者らと同様の見解を示している。

筆者らは今回の実験では、施肥法検討の一端として、成苗を横たえて移植した栽培で、主として窒素の追肥時期と収量との関係を収量構成要因別に分析した。特にこの栽培法では、登熟歩合の低下が著しく、これが収量を増加させないひとつの原因と考えられることを前報¹⁾で報告したが、今回の実験ではこの点を明らかにするように考慮し、本栽培法での追肥による収量増加の可能性を検討したので、その結果を報告する。

II 材料と方法

1. 実験区の設定

実験は、1965年に本学附属農場の水田（壤土、地力は普通）で行なった。窒素の施用量および施用時期に関して設定した実験区は第1表のとおりである。1区の面積は12m²で、2回反覆とした。施肥量については、各区とも基肥と追肥の合計は等しくなるようにしてあり、基肥と追肥の割合は、A~C区とa~c区で

* 京都府立大学農学部附属農場

Experimental Farm, Faculty of Agriculture, Kyoto Prefectural University, Kyoto, Japan.

** 京都府立大学農学部作物学育種学研究室

Laboratory of Crop Science and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Kyoto Prefectural University, Kyoto, Japan.

Table 1. Experimental plots used

Plot	Transplanting method	Amount of basic fertilizer	Amount of top-dressing	Date of top-dressing (Days from heading)	Total amount of fertilizer
A	Horizontal transplanting	20 ^{kg/10a}	2.5 ^{kg/10a}	-33	22.5 ^{kg/10a}
B	"	20	2.5	-18	22.5
C	"	20	2.5	+ 2	22.5
a	"	10	12.5	-33	22.5
b	"	10	12.5	-18	22.5
c	"	10	12.5	+ 2	22.5
B'	Vertical transplanting	20	2.5	-18	22.5
b'	"	10	12.5	-18	22.5

Note: Urea (N:46%) was used for dressing as nitrogen fertilizer.

異なり、また追肥時期については、登熟歩合に及ぼす影響を明らかにすることを主目的に設計し、穂首分化期ごろ（出穂前33日）、減数分裂期直前（出穂前18日）および出穂後2日目の3期とした。なお、前報の実験では減数分裂期ごろ（出穂前18日）に追肥を施している。ちなみに、松島²⁾によれば、穂首分化期の窒素追肥は最も登熟歩合を低下させ、出穂直後の追肥は登熟歩合を著しく高めるとしている。使用した窒素肥料は尿素である。なお、燐酸肥料として熔成燐肥 25.0kg/10a を全量基肥に、カリ肥料として塩化カリ 12.5kg/10a を基肥に、5kg/10a を追肥に、それぞれ窒素と同じ時期に施用した。

品種は中生種の新山吹を使用し、5月13日に1m²あたり1.1dlを播種、水苗代で育苗し、7月3日に苗令6.0~6.5の分けつしていないものを移植した。栽植密度は、3.3m²あたり72株(30×15cm)である。また、移植前の本田準備および移植の操作については前報に報告したとおりである。

2. 調査の方法

単位面積あたり精玄米重の調査には、各区とも3ヶ所から1m²あたりの株を刈取り供試した。測定は常法に従った。

収量構成要因の測定には、玄米重の調査とは別に各区より10個体ずつを掘取ったものを用い、1株穂数・1穂粒数・登熟歩合・玄米千粒重を測定した。1穂粒数は1株の全穂数を不稔穂も含んで数え、1株穂数で除した。登熟歩合の測定は松島³⁾の方法に従った。すなわち、乾燥した穂から手で脱穀し、比重1.06の塩水選を行ない、沈下した穂の歩合を求めた。また玄米千粒重は、各区から100粒ずつをとり化学天秤で秤量しそれを10倍した。玄米千粒重の測定値は、6回の測定の平均である。

III 結果と考察

1. 単位面積あたり精玄米重量

収量調査の結果を一括して第2表とした。追肥時期を同じくしたBとB'、bとb'（出穂前18日）の各区の玄米重を比較すると、いずれも横植区のそれがややまさっており、この傾向は前報の結果と同様である。しかも、横植栽培の中では、このB・b両区はいちばん低い値を示している。いいかえれば、総体的に横植区の玄米重は直立植区より多いといえる。

横植えの各区間の窒素追肥時期による差をみると、出穂後追肥区が最も多く、以下、穂首分化期（出穂前

Table 2. Yield and its components

Plot	Weight of grains (g/m ²)	No. of panicles per hill	No. of grains per panicle	Percentage of ripened grains (%)	Weight of 1,000 grains (g)
A	468	15.6	91.6	67.7	21.56
B	453	15.9	94.8	63.6	21.84
C	498	15.5	88.5	84.2	21.77
B'	443	14.0	96.6	78.1	21.93
a	454	15.1	93.9	67.2	21.85
b	436	15.0	95.3	61.0	21.97
c	480	14.7	93.0	84.0	21.93
b'	412	13.4	96.9	77.2	21.95

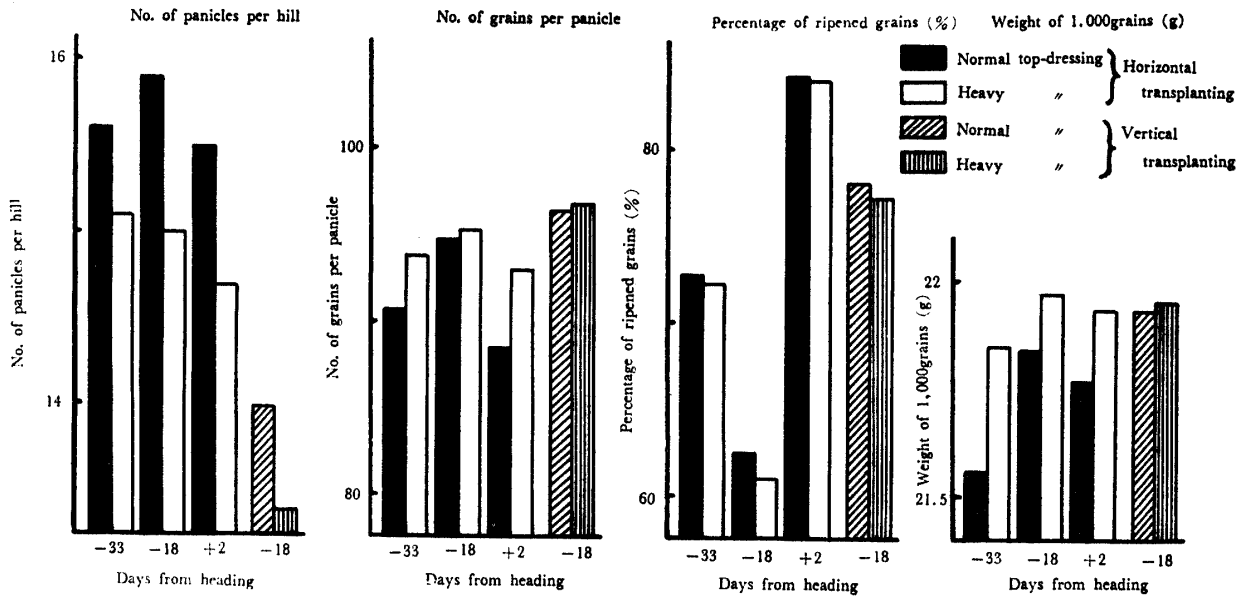


Fig. 1. Effect of the top-dressing at different growth stages on each component.

33日) 追肥区, 減数分裂開始期直前(出穂前18日) 追肥区の順になるが, この順序は基肥と追肥の割合が違っていても変わらない。また総体的にみて, 追肥を重点とした区のほうが精玄米重は少ない傾向を示している。

前報では, このような精玄米重の差, すなわち横植区が直立植区より多い傾向が生じたのは, 横植区では登熟歩合は低下するが1株穂数が多いためであろうと考察した。本実験では, これらの点についてもう少し詳しく検討するために, 以下に収量構成要因別に分析を試みた。

2. 収量構成要因についての検討

(1) 1株穂数

穂数は, 第2表および第1図にみられるように, 横植区では直立植区のそれよりほぼ1本多く, 前報の結果とよく似ている。これは前報でも述べたとおり, 横植栽培では苗の活着が早く, 分けつをはじめる節位が低いためであろう。いいかえれば, この差は移植の際苗を地面に横たえたことの効果である。一方, 追肥時期による差はほとんどみられないが, 施肥量による差をみれば基肥多量区のほうが穂数の多い傾向がみられる。

松島^{2,3,4,7)}によれば, 穂数の決定される主要な期間は生育の初期, 特に最高分けつ期ごろであり, その最高分けつ期は, 同時に同一耕種条件の下に田植された水稲では, 品種・栽培法を問わず曆日上ほぼ同じ頃に起こる。そして分けつ最盛期の窒素追肥が最も穂数を多くし, 穎花分化始期をすぎると追肥の効果は穂数にはほとんどあらわれないという。本実験においては, 最高分けつ期以前に追肥する区は設けていない。したがって最高分けつ期における窒素量は, その多少は別

としてA~Cの各区の間, またa~cの各区の間では同じであり, そのために基肥量を同じくする区の間では穂数がほぼ同じとなったのであろう。

また前報の結果では, 横植区と直立植区との間の最終的な穂数の差は約2本であったが, 本報ではその差が少なくなっている。これは, 今回の実験では実験田準備の都合で移植時期が前回より遅れ, そのために穂数決定までの生育期間が短かかったためと思われる。

とにかく, 前報の結果ともあわせて, 移植の際に苗を地面に横たえることが, 穂数の増加をはかるのに有効な1つの手段であることは恐らく間違いがなく, これが横植栽培の1つの特長といえるであろう。

(2) 1穂粒数

基肥の多量区・少量区共に, 直立植区が横植区よりやや多い傾向がみられ, また横植の各区間では, 減数分裂開始期直前追肥, 穂首分化期追肥, 出穂後追肥の順に少なくなる傾向がみられる。しかし, 全体的に区間の差はあまり大きくない。

従来からの多くの成績により, 穂数と1穂穎花数との間には相反する関係がみとめられている。本来的に穂数の多くなる傾向のある横植栽培において, その1穂粒数が少なくなる傾向のみえるのは当然ともいえよう。

また松島^{3,4,5,7)}によれば, 1穂穎花数は主として穂首分化期以後に決定されるが, 穎花数増大に有効な追肥時期としては, 穂首分化期と減数分裂開始期直前の2つが考えられ, そのいずれが有効かは各種の条件によって違うという。本実験の場合には, 第1図から減数分裂開始期直前(出穂18日前)の追肥が効果を示したとも考えられようが, その程度は前述のとおりわず

かである。

(3) 登熟歩合

先にもふれたが、前報での実験の結果、横植栽培においては直立植えと同様の施肥時期では登熟歩合の低下が著しく、そのことが穂数が増加するにもかかわらずそれほど収量が増加しない原因であろうと考察した。そこで本実験では、特に登熟歩合の検討に重点をおき、松島が登熟歩合の向上または低下に特に影響のある窒素追肥時期として指摘する出穂期直後と穂首分化期に追肥をする設計で検討した。

第2表および第1図により、まず前報と同じ時期（出穂前18日）に追肥をした直立植区と横植区とを比較すると、追肥の多・少いずれの場合も直立植区の登熟歩合がまさる。この傾向は前回の実験結果と全く同様である。次に横植えの各区間での追肥時期による差をみると、穂首分化期と減数分裂開始直前期とでは、後者がやや低いがあまり差はなく、この両者に比べると出穂直後に追肥をした区では著しく高まっている。そして、この出穂後追肥区の登熟歩合は、従来の慣行追肥法による直立植区のそれより高くなっている。本実験では直立植えでの出穂後追肥区を設けていないので、この結果だけから直立植えにまさる登熟歩合をえたといえないのはもちろんであるが、横植栽培においても従来の栽培と変らない程度に登熟歩合を高めえたことは注目されてよい。

前回および今回の実験を通じて、横植栽培での登熟歩合の低い区を検討すると、その低さの主因は発育停止粗いいわゆる屑米の多さであって、不授精粗の多少にはあまり影響されていない。これは前報でも報告したように、横植区の水稲で生育後半にみられる根の活性低下、葉面積の低下（下葉の枯れ上り）などの生育の衰退が、発育停止粗の増大に関与しているものと考えられる。さらに松島⁷⁾は、発育停止粗の生成に対する出穂後の影響として、同化作用の良否、呼吸作用の多少、炭水化物転流の良否、粗の受け入れ能力持続期間などをあげている。これを出穂期の窒素追肥と関連して考えれば「出穂前の施肥が過多でなく、出穂後の天候が著しく不良でない限り、出穂期の窒素追肥は登熟を良好にするが、その理由の主なるものは炭素同化作用の促進にある」という。本実験では、同化量や乾物量増加についての測定をしていないので、直接的に断じることができないが、出穂期追肥区の登熟歩合が他の実験区のそれよりかなり高かったのも、追肥された窒素が同化作用を促進したためであろうと推測される。

(4) 玄米千粒重

玄米千粒重については第1図にもみられるように、各区間にあまり大きな差は認められないが、傾向と

して、減数分裂直前期追肥区が重く、出穂期追肥、穂首分化期追肥の順で軽くなるようである。

松島^{3,4,7)}は、千粒重に影響の現われ始める時期は出穂のかなり前からであり、特に強い影響は減数分裂期（出穂前16～6日）に現われ、追肥による千粒重への影響は、減数分裂期直前（出穂前18日）の追肥が増加させ、穂首分化期（出穂前33日）の追肥が低下させるという。本実験の結果も、上述のようにこれと似た傾向であるが、各区間に顕著な差はみられない。

IV 総 括

以上に、移植時に苗を地面に横たえたいわゆる横植栽培における窒素追肥時期と収量との関係について、構成要因を主にして述べてきた。さて、これらを総合し、さらに横植栽培生育相の特長を考慮しながら若干の考察を加えてみたい。

収量を構成する4つの要因、すなわち1株（あるいは単位面積）あたり穂数、1穂粒数、登熟歩合および玄米千粒重の間には、栽培的にみて相反的な関係をもつものもあり、すべての因子を大きくして収量をあげるとはまず困難であるといえよう。とすれば、どの要因を大きくすることがその栽培条件では容易であるか、かつ収量増大への貢献度が大きいかを検討して、適切な施肥法を考慮することが肝要であろう。

横植栽培あるいは苗まき栽培における従来の諸報告をみると、室賀ら⁹⁾は穂数の増加と稔実歩合のよいことで8%の増収であったとし、佐藤¹¹⁾は穂数の増加により10%の増収が期待されるという。（これらの報告では、特に施肥についてはふれていないが、従来と同じ施肥法であろうと想像される）。西内^{9,10)}は、有効茎の増加により1穂粒数の減少はまぬがれないが、そのためかえって稔実歩合は向上してかなりの増収が期待されるとし、施肥については、基肥を充分にして中間追肥をひかえ、穂肥は少し多くするとよいと述べている。これら横植栽培の諸結果は、穂数の増加という点では筆者らの前報¹⁰⁾の結果と一致するが、稔実歩合の点では逆の見解を示している。一方、杉本¹²⁾は苗まき栽培における施肥法に関する各地の成績をまとめている。それによると、九州農試では、追肥重点の施肥法では粒数、千粒重、登熟歩合の向上は大幅にみられず、基肥重点施肥法と収量に大差がない。愛媛農試の成績は基肥重点施肥が多収を示している。また和歌山農試の成績では出穂期の追肥は効果がなく、穂ばらみ期追肥は粒数増と千粒重増大により幼穂形成期の追肥より効果的である、などの結果が示され、これらの成績を通じてみても、苗まき栽培の施肥法や追肥適期については一定の傾向がみられず、なお検討を要すると述べ

ている。このようにこれら諸報告の結果をみても、施肥法、特に追肥の時期・量などの効果はかなりまちまちであり、収量構成要因との関係も穂数の増加という点を除いては、必ずしも一致しない。

そこで、筆者らの実験の範囲内で考えられる施肥法について述べてみるならば次のようである。まず穂数の確保はかなり容易である。むしろ過剰分けつ、それにとまなう過繁茂、さらに弱小穂発生などを抑制するための栽培的配慮が必要である。そのためには、中干し・培土などもあげられるが、肥培管理の面からは、田植後10~15日の分けつ盛期の早期追肥を減量するかあるいは省略してもよいものと考えられる。いいかえれば、肥料によって分けつ茎の増大をはかる必要はあまりないと思われる。

穂数が多くなれば、1穂穎花数がある程度減少することは止むを得ない。もしこれをも増そうとして、穂首分化期あるいは減数分裂始期に追肥を施せば、それは登熟歩合の低下を招くであろう。そうでなくても、後期生育の凋落を招き登熟歩合低下の傾向のある横植栽培で、さらにこの傾向を助長する穂首分化期の追肥は増収対策として疑問である。単位面積あたり穎花数は、1穂あたり穎花数の多少の減少はあっても、穂数の増加で補えるものと考えられる。

さて、こうして得られた穎花を確実に精玄米とするには、出穂直後の追肥が非常に有効であることがこの実験でも確かめられた。松島は登熟歩合の向上にはこの時期の追肥が最も効果があるとしているが、本実験でも他のどの区よりも出穂直後追肥区の登熟歩合は高くなった。そしてこの結果、この区の精玄米重が最も多い傾向を示したのである。

いままで述べてきたように、初期生育は良好であるが生育後半の凋落が目立ち、そのためにそれほど収量

の増えなかった横植栽培にあっても、出穂直後に重点をおく追肥により、登熟歩合を高め、収量を増す可能性のあることが確かめられた。

以上、苗を地面に水平に移植して栽培した場合の水稲について、登熟歩合をたかめ、ひいては収量を増しう窒素追肥の時期についてひとつの結果をえたわけであるが、適当な総施肥量、あるいは基肥と追肥の割合などについてはなお検討を要し、さらに作季・苗令などとの組合せを考慮することによって、横植栽培における施肥法の確立がなされるものと考えられる。

引用文献

- 1) 木根淵旨光(1966): 農及園 41(5): 823-826.
- 2) 松島省三・真中多喜夫(1952): 農及園 27(7): 765-767.
- 3) ———・山口俊二・岡部俊(1952): 農及園 27(12): 1315-1320.
- 4) ———・—————(1954): 農及園 29(9): 1106-1110.
- 5) ———・真中多喜夫(1956): 農及園 31(10): 1349-1354.
- 6) ———(1958): 農及園 33(1): 99-102.
- 7) ———(1959): 稲作の理論と技術, 養賢堂, 東京.
- 8) 室賀利正・松田順治(1957): 農及園 32(4): 581-584.
- 9) 西内光(1966): 農及園 41(7): 1035-1038.
- 10) ———(1966): 農及園 41(8): 1173-1176.
- 11) 佐藤一郎(1960): 農及園 35(4): 955-958.
- 12) 杉本勝男(1966): 農業技術 21(6): 257-261.
- 13) 梅景修・井上浩一郎・渡部忠世(1966): 京府大学報・農 18: 70-77.

Summary

The experiment was carried out to make clear the effect of top-dressing on the yield of rice plant, of which seedlings were transplanted horizontally. The nitrogenous fertilizer (urea) was top-dressed at the three different stages of the plant growth, that is, at the stage of neck-node differentiation (33days before the heading), just before the reduction division (18 days before the heading) and just after the heading. These different stages will be described hereinafter as the first, second and third fertilizing stages.

The top-dressing in the first and second stages

brought respectively the reduction of the grain yields per unit area (g/m^2). It was mainly due to the fall in the percentage of ripened grains.

The highest yield was obtained in the case of the third top-dressing. This can be ascribed to the increase of the percentage of ripened grains, in contrast to the other cases.

Generally speaking, in the horizontally planting of rice plant, the top-dressing with nitrogen was proved to be the most effective just after the heading stage.